

⑫ 公開特許公報(A) 昭61-156788

⑬ Int. Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和61年(1986)7月16日

H 01 S 3/18

7377-5F

審査請求 未請求 発明の数 1 (全4頁)

⑮ 発明の名称 半導体レーザー

⑯ 特 願 昭59-281590

⑰ 出 願 昭59(1984)12月27日

⑱ 発 明 者 坂 本 政 道 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

⑲ 出 願 人 ソ ニ ー 株 式 会 社 東京都品川区北品川6丁目7番35号

⑳ 代 理 人 弁理士 伊 藤 貞 外1名

明 細 書

発明の名称 半導体レーザー

特許請求の範囲

第1のクラッド層と、活性層と、第2のクラッド層とが順次設けられ、上記活性層と上記第1及び第2のクラッド層とのエネルギーバンドギャップの差 ΔE_g が $0.35 \leq \Delta E_g \leq 0.45$ (eV) に選定され、上記第1及び第2のクラッド層の少なくともいずれか一方に、光のしみ出し層が設けられて、該光のしみ出し層のエネルギーバンドギャップは、上記活性層のエネルギーバンドギャップに比し大に選定されたことを特徴とする半導体レーザー。

発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、半導体レーザー、特に高出力半導体レーザーに係わる。

〔従来の技術〕

半導体レーザーの高出力化において、光放出端面における光学損失、いわゆるCOD (Catastrophic Optical Damage) が問題となる。

このCODの改善をはかるためには、従来においても、種々の工夫がなされているところである。

すなわち、通常のダブルヘテロ接合型半導体レーザーは、例えば第1図に示すように、例えばn型のGaAs基板(1)上にこれと同等電型の例えばn型のAlGaAsより成る第1のクラッド層(2)と、n型またはp型、或いは真性の例えばGaAsより成る活性層(3)と、第1のクラッド層(2)と異なる導電型の例えばp型の第2のクラッド層(4)と、これと同導電型のキャップ層(5)とが順次エピタキシャル成長され、活性層(3)と第1及び第2のクラッド層(2)及び(4)との間に夫々ヘテロ接合が形成されるようになっている。第4図は電極ストライプ型構成の例で、キャップ層(5)に被覆形成された絶縁層(6)に穿設されたストライプ状の電極窓(6a)を通じて一方の電極(7)がキャップ層(5)にオーミックに被覆されている。(8)は基板(1)に設けられた他方の電極を示す。

第5図は、この半導体レーザーの活性層近傍のエネルギーバンドギャップ E_g の分布を示すもので、

活性層(3)を挟んで、この活性層(3)のエネルギーバンドギャップ E_{g1} に比し、大なるエネルギーバンドギャップ E_{g2} を有する第1及び第2のクラッド層(2)及び(4)が配されていて活性層(3)と第1及び第2のクラッド層(2)及び(4)との間に所要のギャップ差 ΔE_g が存在するようにして活性層(3)にキャリアの閉じ込めを行うと同時に、活性層(3)と第1及び第2のクラッド層(2)及び(4)との屈折率の差によって光の閉じ込めを行って光発振が生じるようにしている。

このようなダブル接合型半導体レーザーにおいて、CODを改善する代表的な例としては、光の閉じ込めとキャリアの閉じ込めとを別々に行って、光の閉じ込めは広く行って活性層の光強度を弱めるようにしたいいわゆるSCH (Separate Confinement Heterostructure)がある。第6図はこのSCH型の半導体レーザーのエネルギーバンドギャップの分布を示すものであり、この場合、活性層(3)と第1及び第2のクラッド層(2)及び(4)との間に両者のエネルギーバンドギャップの差 ΔE_g より小さい差

ΔE_{g3} を有し、キャリアに対しては閉じ込め効果を有するが光に関してはしみ出しが生じ得るようにした第1及び第2の光のしみ出し層(9)及び(10)が設けられて成るものである。

また、他の例としては、第4図で説明した通常のダブル接合型においてその活性層(3)の厚さを300～500Å程度に充分薄くして、実質的に活性層(3)から光のしみ出しが生じるようにしたものがある。

更に、第7図にそのバンドギャップの分布を模式的に示すように、活性層(3)の両側に250～450Åという肉厚の第1及び第2のバリア層(11)及び(12)を設けて、実質的に光のつき抜けによるしみ出しが生じるようにしたのもも提案された(アブライド フィジックス レター, Appl. phys. Lett. 38 (11), 1 June 1981参照)。

(発明が解決しようとする問題点)

ところが、前述した第6図のSCH型の半導体レーザーにおいては、キャリアが活性層に充分閉じ込められずに熱によるしみ出しが生じ、しきい値

電流 I_{th} の温度依存性が大きいという問題点がある。

また、前述した活性層を薄くするものや、第7図で説明したエネルギーギャップの大きいバリア層を設けるものにおいては、夫々その薄いエピタキシャル成長層を形成すること、特に後者のもののように、高いエネルギーギャップを得るものにおいては、例えばAlGaAs系においてそのAl添加量を高める必要があることから結晶性の良い層を得ることに技術的な問題がある。そして、これら薄い層は、活性層自体、或いは活性層に隣接する層であることから、特性に及ぼす影響は大きく信頼性や、再現性に問題がある。

上述したようにいずれのものにおいても、CODのパワーを高める上で問題があり、充分満足すべき高出力化された半導体レーザーが得られていない。

(問題点を解決するための手段)

本発明は第1のクラッド層と、活性層と、第2のクラッド層とを順次設け、活性層と第1及び第

2のクラッド層とのエネルギーバンドギャップの差 ΔE_g を $0.35 \leq \Delta E_g \leq 0.45$ (eV)に選定し、第1及び第2のクラッド層の少なくともいずれか一方に、光のしみ出し層を設ける。そしてこの光のしみ出し層のエネルギーバンドギャップを、活性層のエネルギーバンドギャップに比し大に選定する。

ここに活性層の厚さ d_a は、これのエピタキシャル成長に当って通常のダブルヘテロ接合型の半導体レーザーにおけると同程度の信頼性及び再現性が得られる程度の数百～1500Åに選定し、活性層と光のしみ出し層との間の間隔 d_{s1} 及び d_{s2} は、夫々同様に活性層と光のしみ出し層に介存する各クラッド層の一部を構成する半導体層に信頼性と再現性の得られる厚さであり、しかも活性層から光のしみ出しをなし得る程度の厚さの500～5000Åに選定し得る。

また、光のしみ出し層の厚さは、同様にこれにそのエピタキシャル成長に当って信頼性及び再現性が得られる厚さの数百Å、例えば500Åと得る。

(作用)

上述の構成によれば、クラッド層内にこれよりエネルギーギャップの小さい光のしみ出し層を設けたことにより、活性層からの光のしみ出しが生じ、これによって活性層における光強度分布をそのピーク値を下げ且つその分布を広げる作用をなすしめ得る。すなわち、COD は、光強度のピーク値によって決まるので、この光強度のピークが下げられ且つ広げられることにより、COD が生じにくくなり且つ高出力化をはかることができるのである。そして、特に本発明においては、活性層③に接してエネルギーバンドギャップ差 ΔE_g が 0.35~0.45eV の第 1 及び第 2 のクラッド層②及び④によってそのキャリアの閉じ込めを行ったことにより、熱的なキャリアのしみ出しを効果的に抑制できることが確められたものであり、しきい値電流 I_{th} の熱による依存性を小さくすることができ、特性の安定化をはかることができた。

【実施例】

第 1 図を参照して本発明の一例を説明するが、

(4A) をエピタキシャル成長し、これの上に第 2 の光のしみ出し層 (22) をエピタキシャル成長し、これの上に上層の第 2 のクラッド層 (4B) をエピタキシャル成長する。

キャップ層⑤上には絶縁層⑥が被着され、これに穿設された電極窓 (6a) を通じて電極⑦がオーミックに被着され、基板①に他方の電極⑧がオーミックに被着されてる。

ここに各層 (2A) (21) (2B) (3) (4A) (22) (4B) ⑤は、連続的に MOCVD (Metalorganic Chemical Vapour Deposition) によってその供給原料ガスを切換えることによって形成し得る。活性層③の厚さ d_a は例えば 800Å とし、第 1 及び第 2 の光のしみ出し層 (21) 及び (22) は、夫々その厚さ d_s を 500Å とし、上層の第 1 のクラッド層 (2B) と下層の第 2 のクラッド層 (4A) は夫々その厚さ d_{s1} 及び d_{s2} を 500Å とし、第 1 及び第 2 の光のしみ出し層 (21) 及び (22) の各厚さ d_{c1} 及び d_{c2} を夫々例えば 500Å とする。また、各層の上記組成において、 x 、 y 及び z は $y > z > x$

第 1 図において、第 4 図と対応する部分には同一符号を付す。この例においても、例えば n 型の GaAs 基板①上に、これを同導電型の $Al_xGa_{1-x}As$ より成る第 1 のクラッド層②と、 n 型または p 型或いは真性の $Al_yGa_{1-y}As$ の活性層③と、第 1 のクラッド層②と異なる導電型の p 型の $Al_xGa_{1-x}As$ より成る第 2 のクラッド層④とこれと同導電型の GaAs より成るキャップ層⑤とを形成するものであるが、特に第 1 及び第 2 のクラッド層②及び④に、これらと夫々同導電型の $Al_zGa_{1-z}As$ より成る第 1 及び第 2 の活性層③からの光のしみ出し層 (21) 及び (22) を設ける。具体的には基板①上に、第 1 のクラッド層②の一部となる下層の第 1 のクラッド層 (2A) をエピタキシャル成長し続いてこれの上に第 1 の光のしみ出し層 (21) をエピタキシャル成長させ、これの上に第 1 のクラッド層②の一部となる上層の第 1 のクラッド層 (2B) をエピタキシャル成長し、これの上に活性層③をエピタキシャル成長させる。そして、これの上に、第 2 のクラッド層④の一部となる下層の第 2 のクラッド層

とするものである。第 2 図はこの場合の各層におけるエネルギーバンドギャップ E_g を示し、活性層③とクラッド層②及び④とのエネルギーバンドギャップの差 ΔE_g は、前述したように $0.35 \leq \Delta E_g \leq 0.45$ (eV) とされ、活性層③と光のしみ出し層 (21) 及び (22) とのエネルギーバンドギャップの差 ΔE_{gs} は、 $\Delta E_{gs} < \Delta E_g$ とする。

第 3 図中実線図示の曲線は、この場合の光強度分布を示す。同図中破線曲線は、第 1 及び第 2 のクラッド層②及び④内に、光のしみ出し層 (21) 及び (22) を設けない場合の第 4 図の構造による場合の光強度分布を示すもので両曲線を比較して明らかなように、光のしみ出し層を設けないものにあっては、光強度分布が急峻であるに比し、本発明のそれは、光強度分布が広がり、そのピーク値が下がっている。このように光強度が弱められ、COD が生じにくくなり、積分量すなわち、全体の光量、したがってパワーは充分得られている。

尚、上述した例においては、 $AlGaAs$ 系の半導体レーザーに本発明を適用した場合であるが、短波

長発光をなすInGaAs P系、或いは長波長発光のInGaAs P系半導体レーザー等に適用することでもできる。

(発明の効果)

上述したように本発明によれば、活性層(3)に接してクラッド層(2)及び(4)を設けて光とキャリアの閉じ込めを行うものであるが、これら間のエネルギーバンドギャップ差 ΔE_g を0.35~0.45eVに選定し、しかもこれらクラッド層内に光のしみ出し層(21)及び(22)を設けたことによって、光強度分布を広げることができ、CODの改善、したがって高出力化がはかられ、しかも活性層に接してクラッド層が設けられてキャリアの閉じ込めを確実になさしめたので、しきい値電流 I_{th} の温度依存性を小さくすることができ、熱的に安定な特性を得ることができ。

また各半導体層の厚さ、特に活性層とこれに接する半導体層の厚さは、さほど小さくする必要はないので、製造技術上の問題から、結晶性を低下させたり再現性を低めるような不都合も回避でき

るものである。

図面の簡単な説明

第1図は本発明による半導体レーザーの一例の略線の断面図、第2図及び第3図はその説明に供するエネルギーバンドギャップの模式図及び光強度分布曲線図、第4図は従来の半導体レーザーの略線の断面図、第5図乃至第7図は夫々従来の半導体レーザーの各例の説明に供するエネルギーバンドギャップの模式図である。

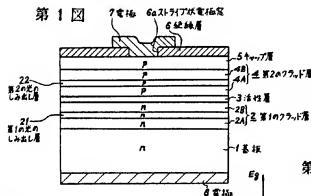
(1)は基板、(2)及び(4)は第1及び第2のクラッド層、(3)は活性層、(21)及び(22)は第1及び第2の光のしみ出し層、(5)はキャップ層、(6)及び(7)は電極である。

代理人 伊藤 貞

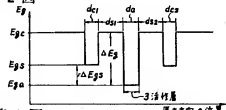
同 松隈 秀盛



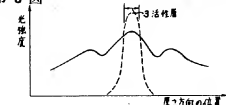
第1図



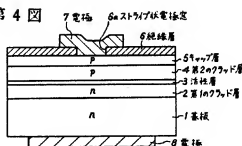
第2図



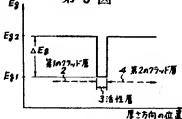
第3図



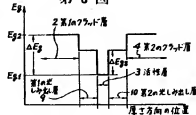
第4図



第5図



第6図



第7図

